

Visione d'insieme

DOMANDE E RISPOSTE SULL'UNITÀ

► Che cos'è la pressione?

- La pressione è il rapporto tra la forza premente su una superficie e l'area della superficie stessa.
- Nel SI la pressione si misura in pascal:

$$1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$$

- A parità di forza, la pressione è tanto maggiore quanto più piccola è la superficie su cui si esercita.

pressione (Pa) $p = \frac{F_p}{A}$ forza premente (N) area della superficie (m²)

► Come si calcola la pressione dei liquidi?

- I liquidi sono pesanti; la pressione che un liquido esercita sul fondo del recipiente (pressione idrostatica) dipende dalla densità e dall'altezza del liquido (legge di Stevin):

$$p = g \cdot d \cdot h$$

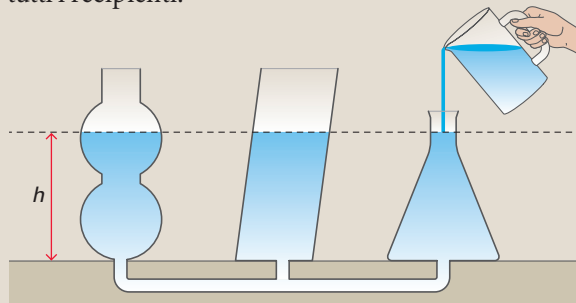
- La pressione idrostatica non dipende dalla forma del recipiente né dalla quantità di liquido presente.

► Che cosa dice il principio di Pascal?

- Se sulla superficie di un liquido viene esercitata una pressione, essa si trasmette inalterata in tutti i punti del liquido.
- Il principio di Pascal trova largo impiego nei dispositivi che permettono di sollevare corpi pesanti applicando forze di piccola intensità.

► Che cosa dice il principio dei vasi comunicanti?

- Quando più recipienti, anche di forma e dimensioni diverse, sono collegati fra loro, un qualsiasi liquido versato in uno di essi raggiunge lo stesso livello in tutti i recipienti.



- Due liquidi non miscibili, posti in vasi comunicanti, raggiungono livelli diversi. Questo fatto permette di misurare la densità di un liquido.

► Che cos'è la pressione atmosferica?

- L'aria che circonda la Terra è pesante e perciò esercita una pressione su ogni oggetto (pressione atmosferica). Torricelli ha misurato per la prima volta il valore della pressione atmosferica, trovando un valore di circa centomila pascal.
- Al livello del mare, la pressione atmosferica è uguale alla pressione che esercita una colonna di mercurio alta 76 cm.
- La pressione atmosferica diminuisce all'aumentare dell'altezza sul livello del mare.
- Per la misura della pressione atmosferica si utilizzano i barometri.

► Atm, bar, kg/cm² e mmHg sono unità di misura della pressione?

- Sì, vengono usate nella vita quotidiana, ma non appartengono al SI.
- Per passare da quelle unità di misura al Pascal si utilizzano delle equivalenze:

$$1 \text{ atm} = 1,01 \times 10^5 \text{ Pa}$$

$$1 \text{ bar} = 1,0 \times 10^5 \text{ Pa}$$

$$1 \text{ kg/cm}^2 = 9,8 \times 10^4 \text{ Pa}$$

► Perché i corpi immersi nei fluidi sembrano più leggeri?

- Per il principio di Archimede, un corpo immerso in un fluido riceve una spinta dal basso verso l'alto pari al peso del volume di liquido spostato.
- La spinta (S) dipende dalla densità del liquido e dal volume del corpo immerso (V):

$$S = d_{\text{liquido}} \cdot V_{\text{corpo}} \cdot g$$

► Da che cosa dipende il galleggiamento?

- Un corpo immerso in un liquido può affondare, galleggiare in superficie o rimanere in equilibrio dentro al liquido.
- Se un corpo galleggia, allora la sua densità è minore di quella del liquido; se invece affonda, la densità è maggiore di quella del liquido.

► Perché un palloncino pieno di gas può volare verso l'alto?

- La spinta di Archimede si esercita anche nell'aria. Se il palloncino ha una densità minore di quella dell'aria, allora riceve una spinta maggiore del peso e vola verso l'alto.

Lezione 1 ■ La pressione e la legge di Stevin

1 PROBLEMA SVOLTO Un sommergibile, che ha un portellone di area $0,60 \text{ m}^2$, si trova a una profondità di 100 m .

► Calcoliamo la forza che si esercita sul portellone per effetto della pressione idrostatica.

Soluzione La densità dell'acqua di mare è 1030 kg/m^3 . Per la legge di Stevin, la pressione è:

$$p = g \cdot d \cdot h$$

Perciò a 100 m di profondità la pressione vale:

$$p = (9,8 \text{ N/kg}) \times (1030 \text{ kg/m}^3) \times (100 \text{ m}) = 1,0 \times 10^6 \text{ Pa}$$

Ricaviamo la forza dalla definizione di pressione:

$$F = p \cdot A$$

$$F = (1,0 \times 10^6 \text{ N/m}^2) \times (0,60 \text{ m}^2) = 6,0 \times 10^5 \text{ N}$$

2 Supponi che il sommergibile del problema precedente si muova e che a un certo punto sul portellone si eserciti una forza di $1,8 \times 10^5 \text{ N}$.

- Si è spostato verso l'alto o verso il basso?
- Qual è la pressione?
- A quale profondità si trova?

3 Una scatola, che pesa 40 N , poggia sul pavimento e occupa un'area di 300 cm^2 .

- Calcola la pressione.
- Se sulla scatola si posa un'altra scatola di peso uguale, la pressione sul pavimento diventa doppia?

4 Completa la tabella seguente.

Forza	Area	Pressione
100 N	$20,0 \text{ cm}^2$	_____
___	$25,0 \text{ cm}^2$	200 Pa
20,0 N	$10,0 \text{ dm}^2$	_____

5 Sul bordo di un lago ghiacciato c'è un cartello con la scritta: «Pericolo! Può sopportare solo pressioni inferiori a $13\,000 \text{ Pa}$ ».

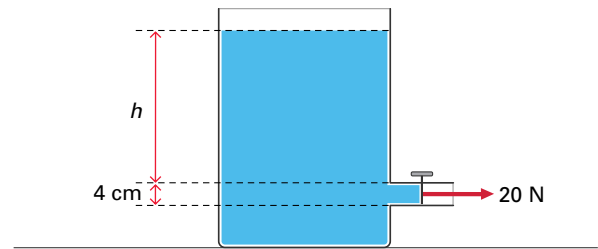
- Una persona di peso 720 N può andare sul ghiaccio se ha le scarpe di $6,0 \text{ dm}^2$?
- E se solleva un piede? Spiega.

6 Un cilindro di raggio 10 cm e altezza 20 cm è pieno di acqua.

- Qual è il peso dell'acqua?
- Qual è la pressione idrostatica sul fondo del cilindro?

7 Sul rubinetto della figura si esercita una forza di 20 N . Il raggio del rubinetto è $2,0 \text{ cm}$.

- Qual è la pressione dell'acqua sul rubinetto?
- A quale profondità si trova il rubinetto?

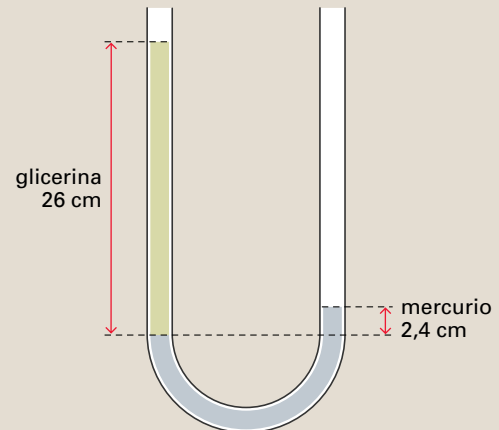


8 Nel 1985 il relitto del Titanic fu trovato nel mare del Nord a 4000 m di profondità. La densità dell'acqua di mare è $1,03 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$.

- Qual è la pressione idrostatica a quella profondità?

9 PROBLEMA SVOLTO In un tubo a forma di U si versa da una parte glicerina e dall'altra mercurio. Sulla figura sono indicate le altezze raggiunte dalle colonne dei due liquidi. La densità del mercurio è $13\,600 \text{ kg/m}^3$.

- Calcoliamo la densità della glicerina.



Soluzione Quando i due liquidi sono in equilibrio, le densità sono inversamente proporzionali alle rispettive altezze; perciò vale la seguente proporzione:

$$d_{\text{glicerina}} : d_{\text{mercurio}} = h_{\text{mercurio}} : h_{\text{glicerina}}$$

da cui ricaviamo la densità della glicerina:

$$d_{\text{glicerina}} = \frac{d_{\text{mercurio}} \times h_{\text{mercurio}}}{h_{\text{glicerina}}}$$

$$d_{\text{glicerina}} = \frac{(13\,600 \text{ kg/m}^3) \times (2,4 \text{ cm})}{26 \text{ cm}} = 1255 \text{ kg/m}^3$$

10 Con riferimento alla figura precedente, supponi di mettere acqua al posto della glicerina.

- L'altezza dell'acqua è maggiore o minore di 26 cm ? Spiega.
- Verifica con i calcoli la tua risposta.

11 Nei due rami di un tubo a forma di U, c'è del mercurio e un liquido incognito di densità d_x . Indica con h_x il livello raggiunto dal liquido incognito e con h_m il livello del mercurio.

- ▶ Scrivi la proporzione tra le densità e le altezze.
- ▶ È possibile che h_x sia minore di h_m ? Spiega.

- 12** In un tubo a forma di U versiamo da una parte mercurio e dall'altra benzina. I due liquidi raggiungono nei due rami altezze diverse.
- ▶ In quale ramo l'altezza è maggiore?
 - ▶ Quanto vale il rapporto fra le due altezze?
 - ▶ Se l'altezza del mercurio fosse 10 cm, quale sarebbe l'altezza della benzina ($d = 720 \text{ kg/m}^3$)?

- 13** Per misurare la quantità di benzina (densità = 720 kg/m^3) contenuta in una cisterna si utilizza un tubo esterno graduato. Supponi che il livello del carburante nel tubo esterno sia 3,5 m e che la cisterna abbia la forma di un cilindro, di diametro di 4,0 m.
- ▶ Qual è il volume che occupa la benzina?
 - ▶ Qual è la pressione sul fondo della cisterna?
 - ▶ Se la cisterna avesse una forma diversa, la pressione sarebbe la stessa?

Lezione 2 ■ Il principio di Pascal

- 14 PROBLEMA SVOLTO** In un sollevatore idraulico, il raggio del pistone piccolo è 0,1 m, quello del pistone grande è 1,0 m. Sul pistone piccolo viene esercitata una forza di 157 N.

- Calcoliamo la pressione che si trasmette nel liquido.
- Quale forza si ottiene sul pistone grande?

Soluzione Le aree dei due pistoni sono:

$$A_1 = \pi \cdot r^2 = 3,14 \times (0,1 \text{ m})^2 = 3,14 \times 10^{-2} \text{ m}^2$$

$$A_2 = 3,14 \times (1,0 \text{ m})^2 = 3,14 \text{ m}^2$$

- La pressione che si trasmette è:

$$p = \frac{F}{A_1} = \frac{157 \text{ N}}{0,0314 \text{ m}^2} = 5000 \text{ N/m}^2$$

- La forza sul pistone grande è:

$$F = p \cdot A_2 = (5000 \text{ N/m}^2) \times (3,14 \text{ m}^2) = 15700 \text{ N}$$

- 15** Nel problema precedente avremmo potuto calcolare la forza anche con una proporzione.
- ▶ Scrivi la proporzione e applicala per il calcolo della forza.
- 16** In un sollevatore idraulico, l'area del pistone piccolo è 200 cm^2 , quella del pistone grande 10000 cm^2 .
- ▶ Verifica che, applicando la forza di 1 N sul pistone piccolo, si ottiene una forza di 50 N su quello grande.
 - ▶ Quale forza è necessario applicare sul pistone piccolo per avere 80 N su quello grande?

Lezione 3 ■ La pressione atmosferica

- 17 PROBLEMA SVOLTO** Trasformiamo la pressione di 1030 mbar in pascal e in atmosfere.

Soluzione Trasformiamo i millibar prima in bar e poi in Pascal:

$$1030 \text{ mbar} = 1,03 \text{ bar} = 1,03 \times 10^5 \text{ Pa}$$

Poiché $1 \text{ atm} = 1,01 \times 10^5 \text{ Pa}$, indicando con x le atmosfere possiamo scrivere:

$$1,03 \times 10^5 \text{ Pa} : x = 1,01 \times 10^5 \text{ Pa} : 1 \text{ atm}$$

$$x = \frac{(1,03 \times 10^5 \text{ Pa}) \times (1 \text{ atm})}{(1,01 \times 10^5 \text{ Pa})}$$

$$x = 1,02 \text{ atm}$$

- 18** La pressione precedente può essere espressa anche in mmHg e in kg/cm^2 .
- ▶ Il valore che si ottiene è maggiore nel primo caso o nel secondo?
- 19** Considera un pavimento rettangolare di dimensioni $(4,0 \text{ m}) \times (5,0 \text{ m})$.
- ▶ Calcola la forza che si esercita sul pavimento per effetto dell'atmosfera, quando la pressione della stanza è 0,98 atm.
 - ▶ Che cosa succederebbe se sotto il pavimento venisse fatto il vuoto?
- 20** Osserva la carta del tempo a pagina B 13.
- ▶ Qual è la pressione sullo stretto di Messina?
 - ▶ Indica un'altra località in cui la pressione era identica a quella di Messina.
 - ▶ In quale parte del Mediterraneo la pressione era di 1020 mbar?
- 21** Un palombaro si immerge in mare.
- ▶ A quale profondità deve scendere perché la pressione dell'acqua sia tripla di quella atmosferica?



KHORSHUOVA OUGA/SHUTTERSTOCK

- 22** Lo pneumatico di una vettura viene gonfiato alla pressione di 1,8 atm.
- ▶ Trasforma la pressione in bar, in mmHg e in kg/cm^2 .
 - ▶ Se la pressione del pneumatico fosse 3,6 atm, tutti i valori trovati sarebbero doppi?
- 23** Una piscina è profonda 2,10 m.
- ▶ Verifica che la pressione totale che si esercita sul fondo della piscina è circa $1,22 \times 10^5 \text{ Pa}$.
- 24** Un tubo aperto contiene mercurio fino a un'altezza di 35 cm.
- ▶ Qual è la pressione totale sul fondo del tubo?

► Se nel tubo viene aggiunto del mercurio, quale altezza deve raggiungere perché la pressione totale sul fondo sia uguale a 2 atmosfere?

Lezione 4 ■ La spinta di Archimede

25 PROBLEMA SVOLTO Una sfera di ferro di massa 15,6 kg è attaccata a un dinamometro.
 a) Quanto segna il dinamometro se la sfera è immersa in acqua?
 b) Perché la sfera affonda se viene staccata dal dinamometro?

Soluzione Peso della sfera:
 $P = (15,6 \text{ kg}) \times (9,8 \text{ N/kg}) = 152,9 \text{ N}$
 a) Il volume è il rapporto fra la massa e la densità:

$$V = \frac{(15,6 \text{ kg})}{(7800 \text{ kg/m}^3)} = 2 \times 10^{-3} \text{ m}^3$$

 Pertanto la spinta che riceve in acqua è:

$$S = d_{\text{liquido}} \cdot V_{\text{corpo}} \cdot g =$$

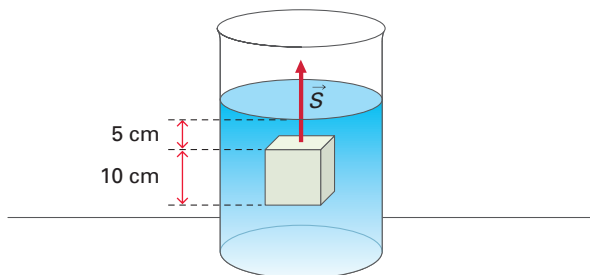
$$= (1000 \text{ kg/m}^3) \times (2 \times 10^{-3} \text{ m}^3) \times (9,8 \text{ N/kg}) = 19,6 \text{ N}$$

 Il peso della sfera in acqua è:
 $152,9 \text{ N} - 19,6 \text{ N} = 133,3 \text{ N}$

b) Poiché il peso della sfera è maggiore della spinta, la risultante delle forze è diretta verso il basso e quindi la sfera affonda.

26 Un corpo di volume 100 cm³ pesa 80 N in aria e 73 N in un liquido.
 ► Qual è la spinta che riceve quando è immerso nel liquido?
 ► Qual è la densità del liquido?

27 Un cubo di lato 10 cm è immerso in acqua; la faccia superiore è 5,0 cm sotto il livello dell'acqua.



► Con la legge di Stevin, calcola la pressione dell'acqua sulla faccia superiore e su quella inferiore.
 ► Calcola la forza distribuita su ognuna delle due facce del cubo.
 ► Determina il valore della spinta.

28 Il sughero (densità = 350 kg/m³) galleggia nell'acqua. Se vogliamo tenere sott'acqua un pezzo di sughero, bisogna esercitare una forza verso il basso.
 ► Quale forza bisogna esercitare su una palla di sughero di diametro 20 cm?

29 Un corpo di rame (densità = 8920 kg/m³) non è compatto ma ha una cavità. In acqua pesa 4,1 N, in aria 9,0 N.
 ► Calcola il volume della cavità.

30 Un cubo di ghiaccio di lato 40 cm galleggia sull'acqua (densità del ghiaccio = 918 kg/m³).
 ► Calcola il volume del ghiaccio immerso.
 ► Quanto pesa il cubo di ghiaccio?

31 Una sfera di raggio 10 cm galleggia sull'acqua e solo 1/2 del suo volume si trova sott'acqua.
 ► Calcola la spinta che si esercita sulla sfera.
 ► Quanto pesa la sfera?
 ► Il peso specifico della sfera è maggiore o minore di quello dell'acqua?

32 Nel 1931 Auguste Piccard raggiunse una quota di 16 507 m con un pallone aerostatico di volume 14 m³.
 ► Quale spinta di Archimede ricevette il pallone per sollevarsi? ($d_{\text{aria}} = 1,22 \text{ kg/m}^3$)
 ► Il valore della spinta dipendeva dal tipo di gas contenuto nel pallone?



Risposte

- | | | | |
|--|---|--|---------------------------------|
| 2 $3 \times 10^5 \text{ Pa}$; 29,7 m | 12 18,9; 189 cm | 24 $1,48 \times 10^5 \text{ Pa}$; 76 cm | 30 0,059 m ³ ; 576 N |
| 3 1333 Pa | 13 44 m ³ ; $2,5 \times 10^3 \text{ Pa}$ | 26 7 N | 31 20,5 N; 20,5 N |
| 4 $5 \times 10^4 \text{ Pa}$; 0,5 N; 200 Pa | 16 1,6 N | 27 490 Pa; 1470 Pa; 4,9 N; 14,7 N; | 32 167 N; |
| 6 61,5 N; 1960 Pa | 19 $19,8 \times 10^5 \text{ N}$ | 9,8 N | |
| 7 $1,6 \times 10^4 \text{ Pa}$; 1,6 m | 21 31 m | 28 26,7 N | |
| 8 $4,04 \times 10^7 \text{ Pa}$ | 22 1,82 bar; 1368 mmHg; 18,6 N/cm ² | 29 $3,97 \times 10^{-4} \text{ m}^3$ | |